

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-006581

出 願 人

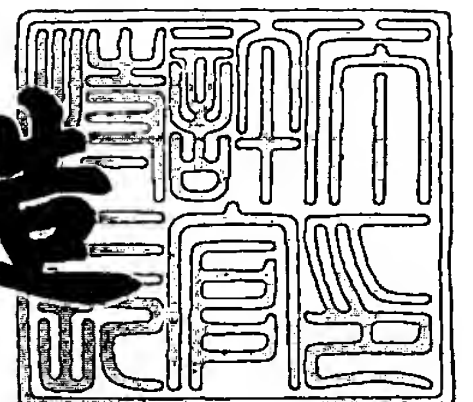
Applicant(s):

ローム株式会社

2001年11月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3097587

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-35905

【提出日】 平成13年 1月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/90

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会
社内

【氏名】 仲谷 吾郎

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会
社内

【氏名】 阪本 達哉

【特許出願人】

【識別番号】 000116024

【氏名又は名称】 ローム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 小栗 昌平

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9901047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所望の素子領域の形成された基板表面に形成された配線層と

前記配線層表面を覆う層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜表面全体を覆うように形成された窒化シリコン膜と、

前記窒化シリコン膜の上層に形成された最上層メタルとしての金層からなるメタル配線層と、

前記メタル配線層上に形成された平坦化絶縁膜とを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 前記平坦化絶縁膜はポリイミドからなることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】 前記窒化シリコン膜は高密度プラズマ CVD 法で形成された窒化シリコン膜であることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】 前記メタル配線層は、一部領域でポリイミド樹脂層が除去せしめられ、前記領域でボンディングワイヤが接続せしめられていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 5】 所望の素子領域の形成された半導体基板表面に下地配線層を形成する工程と、

凹凸状表面を有する前記下地配線層の上に、層間絶縁膜を形成する工程と、

前記層間絶縁膜の上に窒化シリコン膜を形成する工程と、

前記窒化シリコン膜の上層に金層からなる最上層配線としてのメタル配線層を形成する工程と、

前記メタル配線層上にポリイミド樹脂膜を塗布し表面を平坦化する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 前記メタル配線層は所望の領域でスルーホールを介して前記下地配線層と接続するとともに、厚く低抵抗の配線層を構成していることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 さらに前記ポリイミド樹脂層の一部領域を除去する工程を含み、

前記一部領域で、前記メタル配線層表面に接続するようにワイヤボンディングを行う工程とを含むことを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置およびその製造方法に関し、特に、最上層配線およびパッシベーション構造に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

V L S I（超大規模集積回路）等の半導体装置を製造する際に、配線間絶縁膜の上面を平坦化する種々の技術が提案されている。図 6 に、従来の配線間絶縁膜平坦化技術を用いて製造した半導体装置を示す。

【 0 0 0 3 】

従来の製造方法によれば、図 1 に示すように、まず、半導体基板 1 上にフィールド酸化膜 2 を形成したものを用意し、フィールド酸化膜 2 や半導体基板 1 の上に、ポリシリコンゲート 5 を備えた M O S F E T（金属酸化物シリコン電界効果型トランジスタ）を形成する。

【 0 0 0 4 】

つぎに、これらを覆うように、層間絶縁膜（I L D : Inter Layer Dielectric）3 を形成する。層間絶縁膜 3 は、たとえば P S G（リンをドーピングしたシリコン酸化膜）や B P S G（ボロンおよびリンをドーピングしたシリコン酸化膜）により構成される。つぎに、層間絶縁膜 3 の上にアルミ配線 4 を形成する。

【 0 0 0 5 】

この上に C V D 法（気相成長法）等により U S G（非ドーブケイ酸ガラス）を堆積させることにより U S G 層 6 を形成する。

【 0 0 0 6 】

つぎに、最上層メタル配線としてのアルミニウム配線 7 s を形成した後、パッ

シベーション膜と P S G (リンをドーピングしたシリコン酸化膜) や B P S G (ボロンおよびリンをドーピングしたシリコン酸化膜) を形成した後、S O G 膜 8 s を形成し表面の平坦化を行う。

【 0 0 0 7 】

このようにして、パッシベーション膜を形成するとともに、表面の平坦化を行うが、下地のアルミニウム配線を完全に保護するためには十分な膜厚のパッシベーション膜を形成する必要がある、成膜にも時間を要するという問題があった。

【 0 0 0 8 】

また、最上層配線はボンディングを行う必要がある、ボンディング耐性に優れた電極パッドを形成する必要がある。したがって、ボンディングパッド部分のみ別に形成するかあるいは、同一工程で形成する場合には、膜厚を十分に厚くする必要がある。したがって表面の凹凸を大きくすることになり、上層に形成するパッシベーション膜の平坦化処理が難しいという問題もある。

【 0 0 0 9 】

また、S O G 工程においては、多くの工程、作業を要する。たとえば、S O G 層を塗布した後、エッチバックにより不要部分を除去するまでに、塗布した S O G 層の膜厚の測定作業、および、塗布した S O G 層のアニール工程が必要であり、S O G 層のエッチバック工程においては、残膜測定作業が必要である。また、エッチバック工程後には、エッチバック工程において生じたパーティクル (ごみ) を除去するために、 O_2 プラズマ処理工程、および、ブラシを用いたスクラバー工程等が必要となる。さらに、S O G 工程には、絶縁材料としてケイ素化合物 (一般に $R_n Si (OH)_{4-n}$) が用いられるが、これらは、比較的高価であるという問題もある。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の配線構造では、製造作業性が悪く、かつ信頼性を維持するのが困難であるという問題があった。

【 0 0 1 1 】

この発明は、このような問題点を解決し、製造が容易でかつ絶縁性に優れ、平

平坦な上面（表面）を持つパッシベーション構造を備えた配線構造を、低コストかつ短リードタイムで形成する、半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

また、配線抵抗が小さくボンディング耐性が高い配線構造を提供することを目的とする。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明の第1では、所望の素子領域の形成された基板表面に形成された配線層と、前記配線層表面を覆う層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜表面全体を覆うように形成された窒化シリコン膜と、前記窒化シリコン膜の上層に形成された最上層メタルとしての金層からなるメタル配線層と、前記メタル配線層上に形成された平坦化絶縁膜とを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

かかる構成によれば、最上層のメタル配線層を金で構成しているため、低抵抗でかつ、配線層の膜厚を薄くすることができるため、表面の平坦化が容易となる。

【 0 0 1 4 】

また、最上層のメタル配線層を金で構成しているため、アルミ配線のような従来の配線に比べて、耐湿性が高く、パッシベーション構造の簡略化が可能となる。また、下地の層間絶縁膜の表面を窒化シリコン膜で保護しており、この窒化シリコン膜にスルーホールが形成されている領域では、表面が最上層メタル配線層としての金層で覆われているため、下層配線領域および半導体素子領域の保護は完全となっている。

【 0 0 1 5 】

またUSG膜などの層間絶縁膜を窒化シリコン膜で被覆しているため、膜厚に対して緻密でかつパッシベーション効果が高いため、この上層に形成されるパッシベーション膜はパッシベーション効果の低いものでもよい。従ってポリイミド膜のみでよく容易にかつ短時間で平坦化構造を得ることが可能となる。

【 0 0 1 6 】

また、前記平坦化絶縁膜はポリイミドからなることを特徴とする。

平坦化膜としてポリイミドを用いているため、塗布工程により、極めて容易に膜厚の大きい膜を形成することが可能となる。

【 0 0 1 7 】

また、最上層のメタル配線が金層で構成されているため、直接ポリイミドを形成しても十分なパッシベーション効果を得ることができる。さらにまた、そのままこれをボンディングパッドとして用いることも可能である。

【 0 0 1 8 】

さらに、前記窒化シリコン膜は高密度プラズマCVD法で形成された窒化シリコン膜であることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

かかる方法によれば、埋め込み性が良好な高密度プラズマを利用した気相成長法を用いて層間絶縁膜を形成することにより、緻密な膜を形成することができる上、上面の平坦な層間絶縁膜を効率よく形成することができる。

【 0 0 2 0 】

また、前記メタル配線層は、一部領域でポリイミド樹脂層が除去せしめられ、前記領域でボンディングワイヤが接続せしめられていることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

かかる構成によれば、周辺の必要な領域のみでポリイミド膜を除去し、ボンディングを行うようにすれば、ショートが発生確率が大幅に低減し、歩留まりの向上を図ることが可能となる。

【 0 0 2 2 】

また、ダイレクトボンディングを行うような場合には、フォトリソグラフィ法を用いてポリイミド膜にスルーホールを形成し、金の選択めっきを行うことにより、バンプの形成も極めて容易となる。

【 0 0 2 3 】

また、製造コストの高いSOG工程を省略することができるため、製造コストを下げることができる。また、製造のためのリードタイムを短縮することができる。したがって、配線間絶縁膜の形成に要するコストを低減するとともに製造リードタ

イムの短縮を図ることができる。

【 0 0 2 4 】

すなわち、絶縁性に優れた平坦な上面を持つ層間絶縁膜を低コストかつ短リードタイムで形成することが可能となる。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、この発明の一実施形態による半導体装置を示す要部図である。また、図 2 ～図 5 に示される図面は、各製造工程における半導体装置の断面構成の一部を示したものである。

【 0 0 2 6 】

この半導体装置は、図 1 に示すように、フィールド酸化膜 1 2 を形成してなるシリコン基板 1 の上に、ポリシリコンゲート 5 を備えた MOSFET（金属酸化物シリコン電界効果型トランジスタ）を形成する。

【 0 0 2 7 】

すなわちこの半導体装置は、所望の素子領域を形成してなるシリコン基板 1 1 表面に形成されたアルミニウムからなる第 1 の配線層 1 4 と、前記第 1 の配線層 1 4 表面を覆う USG 膜からなる層間絶縁膜 1 6 と、前記層間絶縁膜 1 6 表面全体を覆うようにプラズマ CVD 法によって形成された窒化シリコン膜 1 6 s と、前記窒化シリコン膜 1 6 s の上層に形成された最上層メタルとしての金層からなるメタル配線層 1 9 と、前記メタル配線層 1 9 上に形成されたポリイミド膜からなる平坦化絶縁膜 1 8 とを含むことを特徴とする。なお、メタル配線層 1 9 と第 1 の配線層 1 4 との間にはアルミニウムのマイグレーションを防止するために薄いチタン Ti 薄膜からなるバリア層 1 9 s が介在せしめられている。

【 0 0 2 8 】

なお、シリコン基板 1 1 上にはフィールド酸化膜 1 2 が成されると共に、ポリシリコンゲート 1 5 を備えた MOSFET が形成され、これらを覆うように、層間絶縁膜 1 3 が形成されている。層間絶縁膜 1 3 は、たとえば PSG（リンをドーピングしたシリコン酸化膜）や BPSG（ボロンおよびリンをドーピングしたシリコン酸化膜）により構成される。

【 0 0 2 9 】

次にこの半導体装置の製造工程について説明する。

まず、図 2 に示すようにシリコン基板 1 1 表面に素子分離膜 1 2 を形成し素子領域を形成するとともに、この素子領域内にポリシリコン膜からなるゲート配線 1 5 を備えた MOS F E T を形成する。

【 0 0 3 0 】

そして図 3 に示すように、この上層に B P S G 膜からなる層間絶縁膜 1 3 を形成し、図示しないコンタクトホールを介してこのゲート配線 1 5 と接続する第 1 の配線層 1 4 を形成する。

【 0 0 3 1 】

この後図 4 に示すように、C V D 法（気相成長法）等により U S G （非ドーブケイ酸ガラス）を堆積させることにより U S G 層 1 6 を形成し、更にこの上層にプラズマ C V D 法により窒化シリコン膜 1 6 s を形成する。

そして最上層のメタル配線を形成するためのコンタクトホール H を形成する。

【 0 0 3 2 】

この後、図 5 に示すように、スパッタリング法により、バリア層 1 9 s としてチタン薄膜を形成した後、金層からなるメタル配線 1 9 を形成する。

【 0 0 3 3 】

この後、塗布法により膜厚 2 ミクロンのポリイミド膜からなるパッシベーション膜 1 8 を形成する。

【 0 0 3 4 】

このようにして図 1 に示したような半導体装置が形成される。

【 0 0 3 5 】

かかる構成によれば、最上層のメタル配線層を金層で構成しているため、ボンディング性に優れており、また低抵抗で信頼性の高いものである。更にまた、配線層の膜厚を薄くすることができるため、表面の平坦化が容易となる。

【 0 0 3 6 】

また、最上層のメタル配線層を金で構成しているため、アルミ配線のような従来の配線に比べて、耐湿性を高めることができ、パッシベーション構造の簡略化

が可能となる。また、下地の層間絶縁膜の表面をプラズマCVD法で形成した窒化シリコン膜で保護しており、緻密であり、薄くてもパッシベーション効果に優れたものとなっている。

【 0 0 3 7 】

また、膜厚が薄くて済むため、上層の凹凸が少なく、平坦化工程が容易となる。

【 0 0 3 8 】

さらに窒化シリコン膜にスルーホールが形成されている領域では、表面が最上層メタル配線層としての金層で覆われているため、下層配線領域および半導体素子領域の保護効果は高く、信頼性の高いものとなっている。

【 0 0 3 9 】

またUSG膜などの層間絶縁膜を窒化シリコン膜で被覆しているため、膜厚に対して緻密でかつパッシベーション効果が高いものとなっている。また、この上層に形成されるパッシベーション膜はパッシベーション効果の低いものでもよい。従ってポリイミド膜のみでよく容易にかつ短時間で平坦化構造を得ることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

また、平坦化膜としてポリイミドを用いているため、塗布工程により、極めて容易に膜厚の大きい膜を形成することが可能となる。

【 0 0 4 1 】

また、最上層のメタル配線が金層で構成されているため、直接ポリイミドを形成しても十分なパッシベーション効果を得ることができる。さらにまた、そのままこれをボンディングパッドとして用いることも可能である。

【 0 0 4 2 】

さらに、前記窒化シリコン膜として、埋め込み性が良好な高密度プラズマを利用した気相成長法を用いて層間絶縁膜を形成することにより、緻密な膜を形成することができる。また、上面の平坦な層間絶縁膜を効率よく形成することができる。

【 0 0 4 3 】

また、周辺の必要な領域のみでポリイミド膜を除去し、ボンディングを行うようにすれば、ショートが発生確率が大幅に低減し、歩留まりの向上を図ることが可能となる。

【 0 0 4 4 】

さらにまた、ダイレクトボンディングを行うような場合には、フォトリソグラフィ法を用いてポリイミド膜にスルーホールを形成し、金の選択めっきを行うことにより、バンプの形成も極めて容易となる。またバンプの周囲はポリイミド膜であるため、弾力性に富み、ボンディングが容易である。

【 0 0 4 5 】

また、製造コストの高い S O G 工程を省略することができるため、製造コストを下げることもできる。また、製造のためのリードタイムを短縮することもでき、配線間絶縁膜の形成に要するコストを低減する。さらにまた製造リードタイムの短縮を図ることができる。

【 0 0 4 6 】

すなわち、絶縁性に優れた平坦な上面を持つ層間絶縁膜を低コストかつ短リードタイムで形成することが可能となる。

【 0 0 4 7 】

なお、層間絶縁膜としては、B P S G の他、たとえば P S G (リンをドーピングしたシリコン酸化膜) や U S G 膜も適用可能である。

【 0 0 4 8 】

また、堆積した U S G 層の上に、S O G (Spin On Glass) 法を用いて、厚肉を形成しやすいケイ素化合物からなる有機絶縁物 (有機 S O G) で構成された有機 S O G 層を塗布し、U S G 層の上面の凹部を埋めたのち、高密度プラズマ C V D 法により窒化シリコン膜を形成するようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

また、高密度プラズマ C V D 法は、埋め込み性が良好であるため、U S G 層の上面を平坦に保ちつつ、凹部を埋め込むことができる。

【 0 0 5 0 】

この後、水洗工程、S O G アニール工程などを経て、膜質の良い U S G 層で S

OG層を囲い込んだ構造を有する絶縁性の高い配線間絶縁膜が形成される。

【 0 0 5 1 】

高密度プラズマCVD装置は、CVD法による膜形成と、スパッタによるエッチングとを同時に行なうようにすることができ、埋め込み性に優れた膜形成をおこなうことが可能となる。高密度プラズマCVD装置のプラズマ源として、ECR（電子・サイクロトロン・リゾナンス）を用いたものや、ICP（インダクティブリー・カップルド・プラズマ）を用いたもの等が知られている。

【 0 0 5 2 】

また高密度プラズマCVD装置は、プラズマ源として、ICP（インダクティブリー・カップルド・プラズマ）を用いたものである。高密度プラズマCVD装置は、半球形のセラミックドームを備えており、セラミックドームの外周には、銅で構成されたコイルが配置されている。コイルには、300 [KHz] ~ 2 [MHz] 程度の低周波電力が加えられるようになっている。高密度プラズマ（ $10^{11} \sim 10^{12}$ [イオン/cm³]）は、この低周波電力に基づく誘導結合エネルギーによって形成される。

【 0 0 5 3 】

また、製造コストの高いSOG工程をポリイミド膜の塗布工程に代えることができる。このため、SOG層を形成する工程が不要となる分、製造コストを下げることができ、製造に要するリードタイムを短縮することができる。したがって、層間絶縁膜の形成に要するコストを低減するとともに製造リードタイムを短縮することができる。

【 0 0 5 4 】

すなわち、絶縁性に優れた平坦な上面を持つ層間絶縁膜を低コストかつ短リードタイムで形成することが可能となる。

【 0 0 5 5 】

また、上述の実施形態においては、下地層として、フィールド酸化膜およびこの上に形成されたアルミ配線とにより構成されるMOSFETの配線層を例に説明したが、下地層はこれに限定されるものではない。この発明における下地層とは、凹凸状表面を有する導電体層全般を意味するものである。

【 0 0 5 6 】

【発明の効果】

本発明によれば、最上層メタル配線に金を使用すると共に、層間絶縁膜上に窒化シリコン膜を形成することによりパッシベーション効果を高めるようにしているため、製造が容易でかつ信頼性の高い半導体装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の一実施形態による半導体装置を示す図、

【図 2】

この発明の一実施形態による半導体装置の製造方法を示す図、

【図 3】

この発明の一実施形態による半導体装置の製造方法を示す図、

【図 4】

この発明の一実施形態による半導体装置の製造方法を示す図、

【図 5】

この発明の一実施形態による半導体装置の製造方法を示す図、

【図 6】

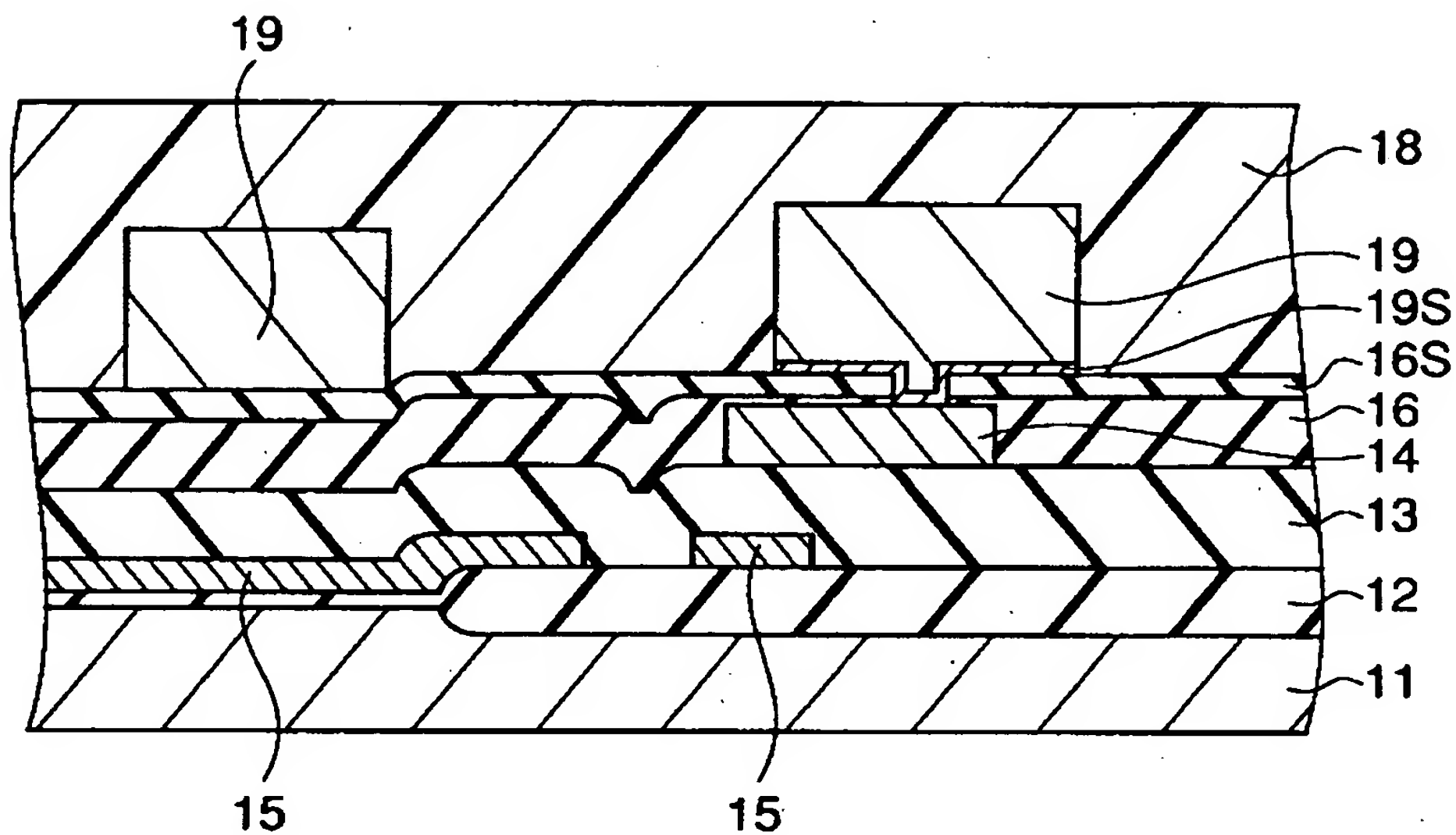
従来の半導体装置を示すための図。

【符号の説明】

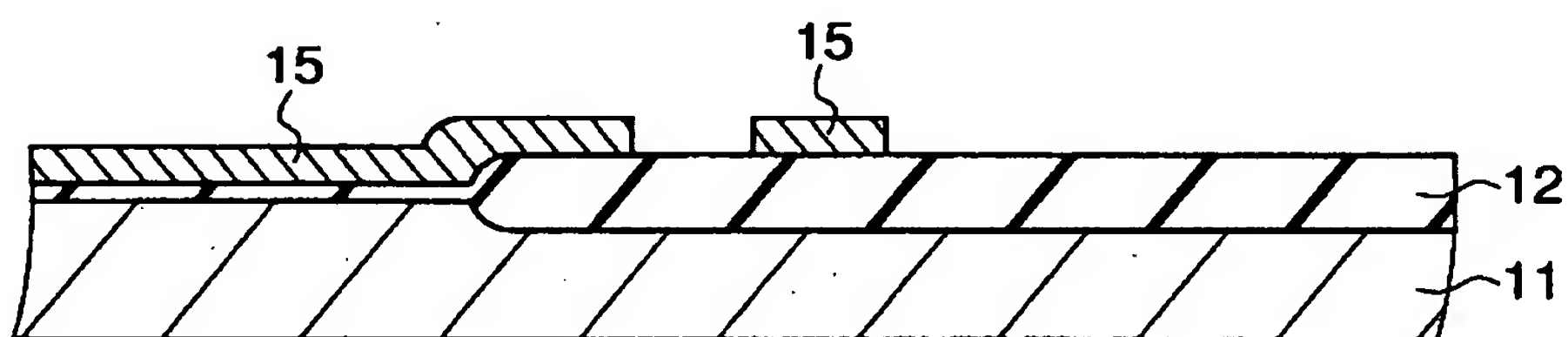
- 1 2 フィールド酸化膜
- 1 4 アルミ配線
- 1 6 U S G 層
- 1 6 s プラズマ窒化シリコン層
- 1 8 ポリイミド膜
- 1 9 金層
- 1 9 s Ti層

【書類名】 図面

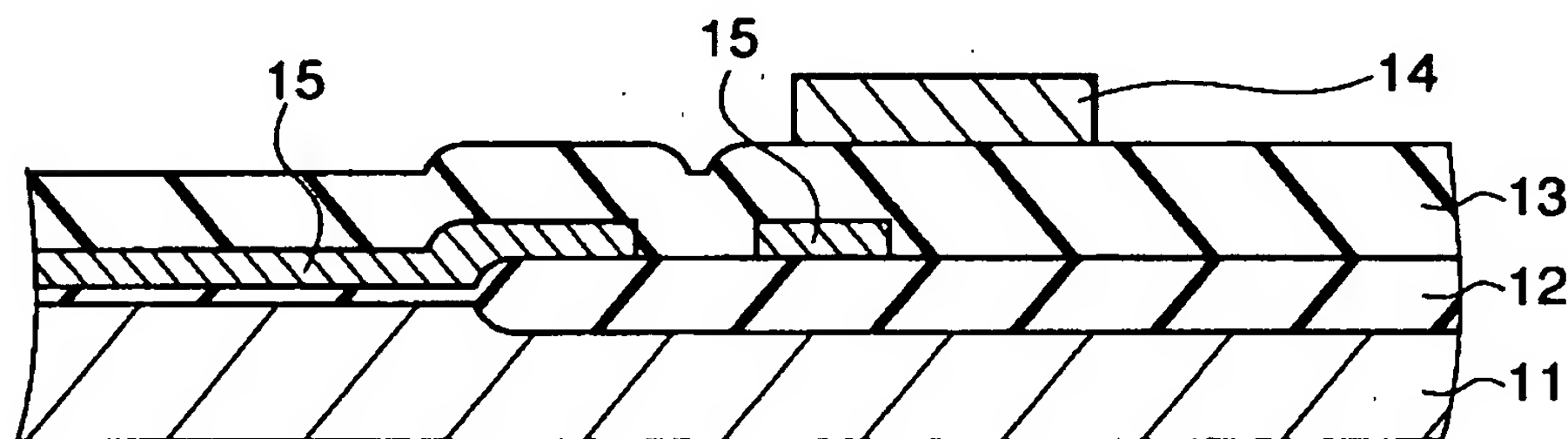
【図 1】



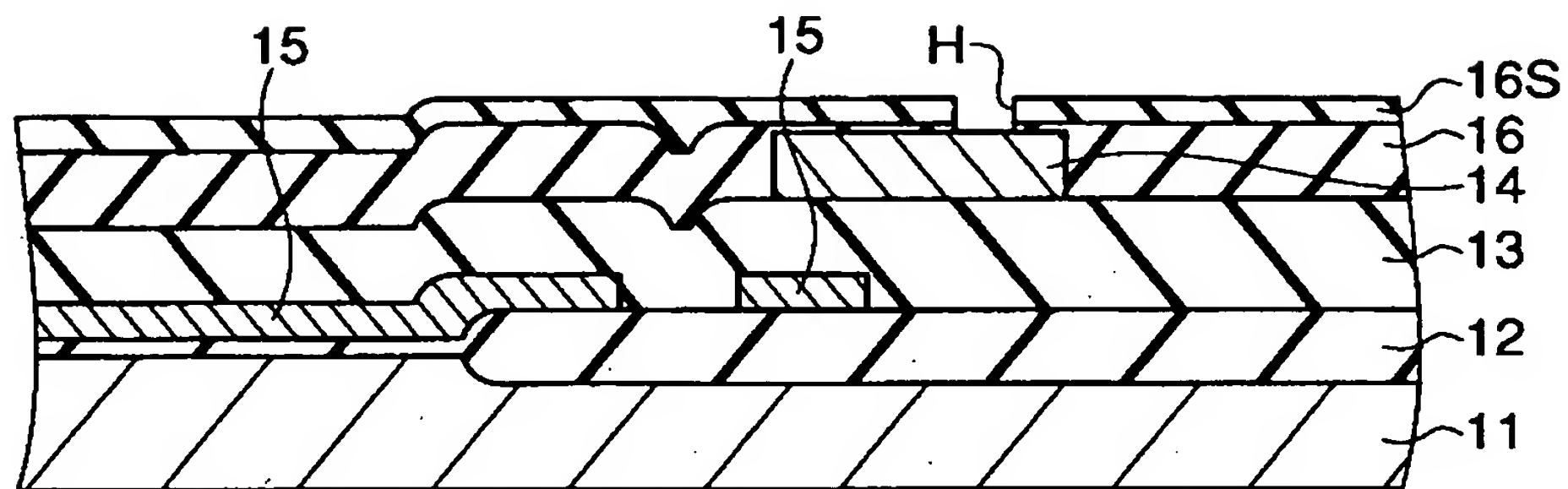
【図 2】



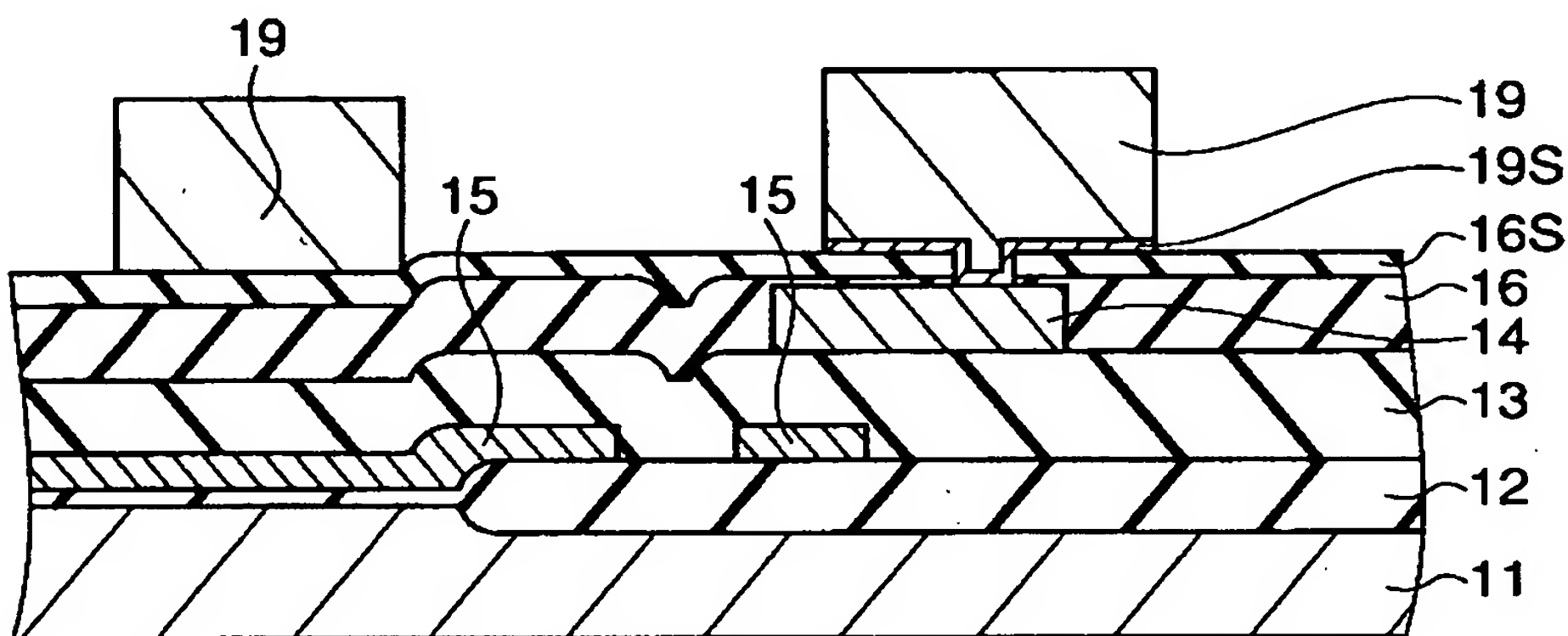
【図 3】



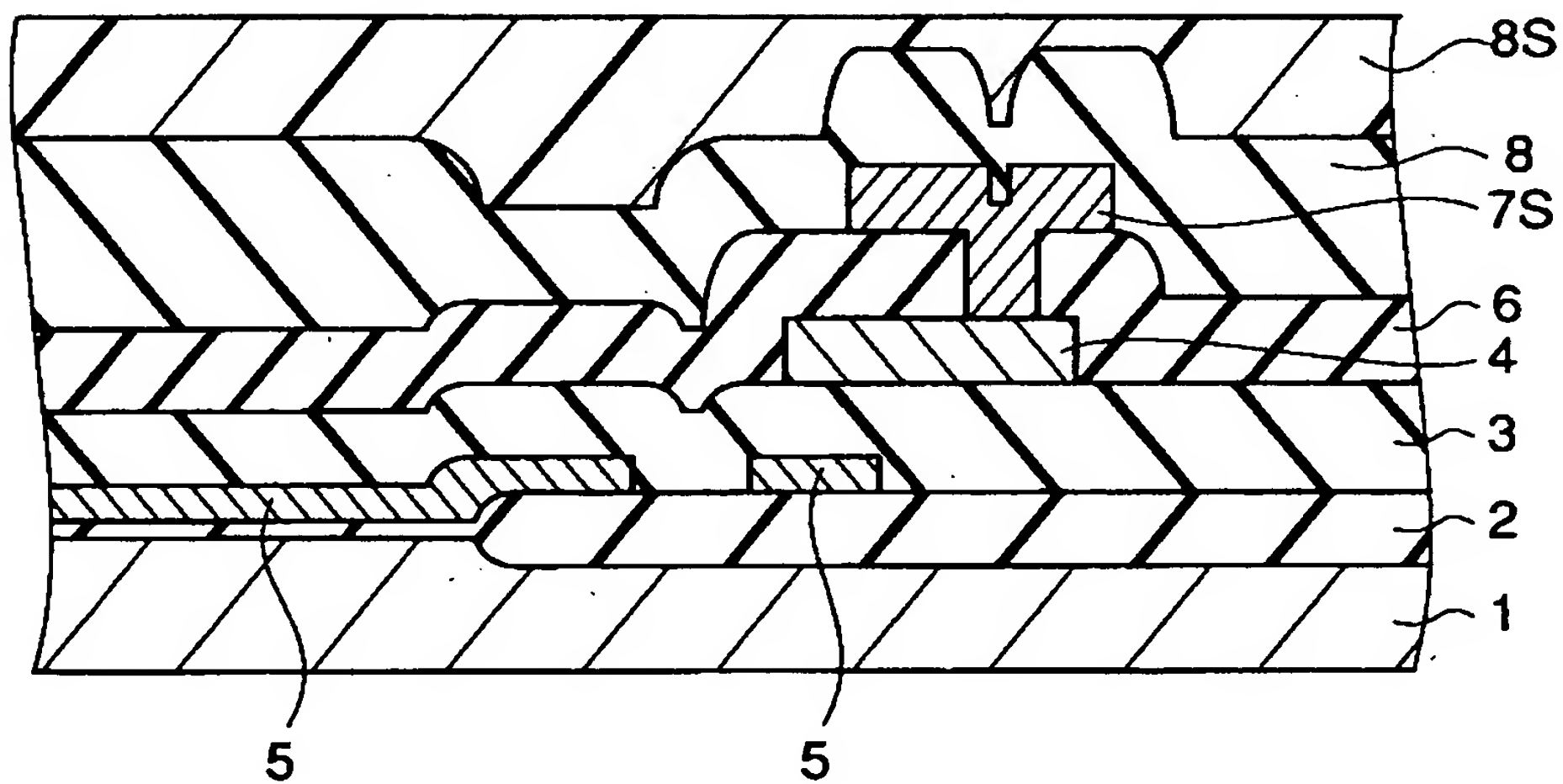
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造が容易でかつ絶縁性に優れ、平坦な上面（表面）を持つパッシベーション構造を備えた配線構造を、低コストかつ短リードタイムで形成する。

【解決手段】 本発明では、所望の素子領域の形成された基板表面に形成された配線層と、前記配線層表面を覆う層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜表面全体を覆うように形成された窒化シリコン膜と、前記窒化シリコン膜の上層に形成された最上層メタルとしての金層からなるメタル配線層と、前記メタル配線層上に形成された平坦化絶縁膜とを含むことを特徴とする。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000116024]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

氏 名 口一ム株式会社